

■PCクラスタシステム

インテル® Xeon® プロセッサ E5-2680 (8コア、2.70GHz) 搭載の高性能サーバ「HA8000-tc/HT210」をInfiniBand FDR (通信バンド幅片方向6.78GB/s) で接続する大規模高性能PCクラスタシステムを用意。HA8000-tc/HT210は、1ノード\*1あたりの理論演算性能345.6GFLOPS\*2を実現し、2U\*3シャーシに2ノードを格納したDualサーバトレイ構成モデルと、1ノードとPCIeトレイを搭載したPCIeトレイ搭載モデルの2種類の構成が可能です。

- \*1 1ノード:並列コンピュータを構成する独立した演算処理単位
  - \*2 1GFLOPS:浮動小数点演算を1秒間に10億回実行する能力
  - \*3 1U:44.45mm
- FDR: Fourteen Data Rate



■ストレージ装置

ファイル/ブロック双方のアクセスプロトコルに対応したディスクアレイ装置「Hitachi Unified Storage 130/150」を用意。SASドライブに加え、高速なフラッシュドライブ、大容量低ビットコストドライブなど、複数のストレージ階層から、アクセス頻度に応じた階層にデータを自動的に割り当てるストレージ階層仮想化により、コストパフォーマンスの最適化を図ります。最大物理容量844TB\*4を実現し、ダイナミックロードバランスコントローラによる高可用性や8Gbps Fibre Channelインタフェースによる高スループット、独自のデータ保証コード付与による高信頼性を備えています。



- \*4 Hitachi Unified Storage 150において、900GB 2.5型SASドライブを960台、専用ラック3台で構成した場合の物理容量を、1kバイト=1,000バイトで計算した値。
- SAS: Serial Attached SCSI

■SR16000シリーズ ハードウェア仕様

ノード数*		1	4	8	16	32	64	128	256	512		
システム	XN1	理論演算性能(GFLOPS)	1,049.6	4,198.4	8,396.8	16,793.6	33,587.2	67,174.4	134,348.8	268,697.6	537,395.2	
		最大総メモリー容量	1,024GB	4,096GB	8,192GB	16,384GB	32,768GB	65,536GB	131,072GB	262,144GB	524,288GB	
	M1	理論演算性能(GFLOPS)	—	—	—	—	31,375.36	62,750.72	125,501.44	251,002.88	502,005.76	
		最大総メモリー容量	—	—	—	—	8,192GB	16,384GB	32,768GB	65,536GB	131,072GB	
	VM1	理論演算性能(GFLOPS)	8,192	—	—	—	—	—	—	—	—	
		最大総メモリー容量	16,384GB	—	—	—	—	—	—	—	—	
	高速ノード間ネットワーク転送性能		モデルXN1：16GB／秒(単方向)×2、モデルM1：96GB／秒(単方向)×2									
	外部接続インタフェース		Serial Attached SCSI, Ethernet/Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gbps Ethernet, 4Gbps Fibre Channel, 8Gbps Fibre Channel									
	冷却方式		モデルXN1：空冷、モデルM1：水冷、モデルVM1：空冷									
ノード	プロセッサ		モデルXN1：POWER7+™、モデルM1：POWER7®、モデルVM1：POWER7®									
	理論演算性能		モデルXN1：1,049.6GFLOPS、モデルM1：980.48GFLOPS、モデルVM1：8,192GFLOPS									
	最大メモリー容量		モデルXN1：1,024GB、モデルM1：256GB、モデルVM1：16,384GB									


\*SR16000モデルXN1では、1ノードから512ノードまでの任意のノード数構成が可能です。なお、65ノードから512ノードまでは個別見積もりとなります。モデルM1では、32ノードから512ノードまで32の倍数のノード構成が可能です。なお、すべての構成は個別見積もりとなります。モデルVM1は、単体ノードでのご利用となります。SR16000 モデルXN1では、ノード理論演算性能、最大メモリー容量、および高速ノード間ネットワーク転送性能を半分にしたハーフサイズのノードも用意しています。

・AIX, LoadLeveler, General Parallel File System, POWER6, POWER7, POWER7+は、米国およびその他の国におけるInternational Business Machines Corporationの登録商標または商標です。  
・InfiniBandは、InfiniBand Trade Associationの商標またはサービスマークです。・Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称です。・Linuxは、Linus Torvalds氏の日本およびその他の国における登録商標または商標です。・UNIXは、The Open Groupの米国ならびに他の国における登録商標です。・インテル、Xeonは、アメリカ合衆国およびその他の国におけるIntel Corporationの商標です。・その他記載の会社名、製品名は、それぞれの会社の商標または登録商標です。



株式会社 日立製作所 ITプラットフォーム事業本部は、株式会社 日立製作所 情報・通信システム社として環境マネジメントシステムに関する国際規格ISO (国際標準化機構) 14001:2004の審査を受け、登録された事業本部です。当事業本部では、製品の開発および製造段階における環境問題に積極的に取り組んでいます。

登録番号: EC02J0400 登録日: 1995年7月19日

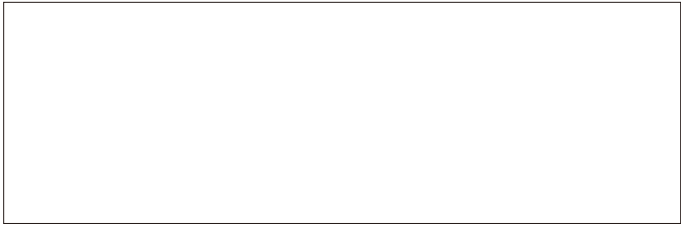
**安全に関するご注意**

ご使用の前に必ず製品添付のマニュアルなどの注意事項をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

- カタログに記載の仕様は、製品の改良などのため予告なく変更することがあります。また、製品写真は出荷時のものと異なる場合があります。
- 本製品を輸出される場合には、外国為替及び外国貿易法の規制ならびに米国の輸出管理規則など外国の輸出関連法規をご確認のうえ、必要な手続きをお取りください。なお、ご不明な場合は、弊社担当営業にお問い合わせください。

製品に関する詳細・お問い合わせは下記へ

- 製品情報サイト  
<http://www.hitachi.co.jp/hpc/>
- インターネットでのお問い合わせ  
<http://www.hitachi.co.jp/hpc-inq/>
- 電話でのお問い合わせはHCAセンターへ  
☎ 0120-2580-12 利用時間 9:00~12:00、13:00~17:00 (土・日・祝日を除く)



◎ 株式会社 日立製作所 情報・通信システム社 ITプラットフォーム事業本部

スーパーテクニカルサーバ  
SR16000シリーズ

HITACHI  
Inspire the Next

SUPER TECHNICAL SERVER  
SR16000

最も新しい性能と、積み重ねてきた信頼をひとつに。



S U P E R      T E C H N I C A L      S E R V E R

SR16000

# 科学の進化と、この星の未来を見つめて――。

遠い宇宙の最果てには何があるのか――。神秘なる生命の根源はどこにあるのか――。

科学技術計算用コンピュータは、人類のあくなき探究心に大きな力を与えながら、

多岐にわたる科学領域の進化を支え、豊かな社会と暮らしの発展に役立ってきました。

新世代プロセッサ「POWER7+™」を新たにラインアップに加えた、日立のスーパーテクニカルサーバ「SR16000」は、

地球環境に配慮した優れた電力性能比、そして、1ラックに94.1TFLOPS<sup>\*1\*2</sup>という世界最高クラス の高密度実装で、

スムーズな導入を可能にするハイパフォーマンスコンピュータ。

研究現場から地球環境までをも見つめる卓越の技術が、科学の進化を加速させます。

## 高性能POWERプロセッサ搭載

新世代マイクロプロセッサPOWER7+™および、POWER7®が高速な演算能力を提供。  
単体SMPノードでは、1,049.6GFLOPS<sup>\*3</sup>の理論演算性能を実現します。

## 最大512ノードのスケラビリティ

マルチノードシステムでは、最大512ノードで537TFLOPS<sup>\*4</sup>の超高速演算性能を実現。  
ノード間転送速度最大96GB(ギガバイト)/秒(単方向)×2<sup>\*5</sup>の高速ノード間ネットワークにより、優れたシステム性能を引き出します。

## 世界最高クラスの高密度実装

1ラックに最大96ノード<sup>\*2</sup>を搭載可能。1ラックあたりの理論演算性能では世界最高クラスの94.1TFLOPS<sup>\*1</sup>を実現。  
より小さなラック占有面積で、最大502TFLOPSのシステム導入が可能です。

## 環境性能の追求

冷却方式に水冷技術<sup>\*2</sup>を採用し、冷却の効率化を図るなど、従来比約1.7倍<sup>\*6</sup>の電力性能比向上を実現。  
電気代や空調コストなどのランニングコストを低減します。

## 充実した運用支援機能

予実算管理、ノードの稼働時保守などの機能で運用を容易にします。

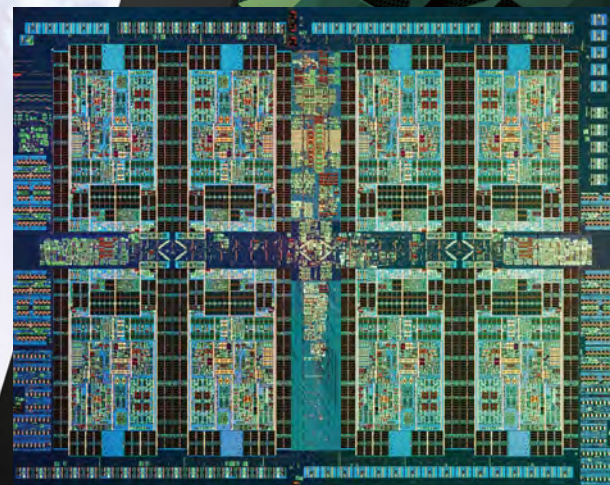
### 適用分野

- 分子科学 ●防災科学 ●気象予測 ●流体解析 ●衝突解析 ●材料科学・ナノテクノロジー ●プラズマ
- 構造解析 ●航空工学・宇宙工学 ●原子力 ●生命科学 ●金融工学 ●その他

## さらなる進化の中枢に POWER7+™。

「SR16000シリーズ」に、銅配線技術やSOI技術による先進の32nmCMOSテクノロジーを用いて実現したマイクロプロセッサ「POWER7+™」を搭載。POWER6®の4倍となるチップあたり8つのCPUにより、卓越した性能を発揮します。

- アウト・オブ・オーダ実行により、命令実行の効率を向上。
- クロックレート4.1GHz。
- POWER7+™チップは物理的に8つのCPUからなり、エンベディッドDRAMによる80MB(メガバイト)の大容量オン・チップL3キャッシュを搭載。各CPUは、サイマルテニアス・マルチスレディング機構<sup>\*7</sup>によりシステムの有効活用を実現。
- 高メモリスループットにより、大量データを扱う科学技術計算に威力を発揮。
- 高性能プロセッサ間結合インタフェースがプロセッサ間的高速通信を実現。



POWER7+™ プロセッサ

<sup>\*1</sup> 1TFLOPSは、浮動小数点演算を1秒間に1兆回実行する能力。 <sup>\*2</sup> モデルM1の場合。

<sup>\*3</sup> モデルXN1の値。モデルM1ではノード単体性能980.48GFLOPS。モデルVM1ではノード単体性能8,192GFLOPS。1GFLOPSは、浮動小数点演算を1秒間に10億回実行する能力。

<sup>\*4</sup> モデルXN1の値。モデルM1では最大512ノードで502TFLOPS。 <sup>\*5</sup> モデルM1の値。モデルXN1ではノード間転送速度最大16GB/秒(単方向)×2。

<sup>\*6</sup> 電力性能比は理論演算性能を最大消費電力で除した値。2010年7月発表のSR16000モデルXM1とSR16000モデルXN1との比較。 <sup>\*7</sup> CPUを論理的に2つまたは4つのCPUとして利用する技術。

SMP : Symmetric Multi Processor SOI : Silicon On Insulator



# 1ラック94.1TFLOPS。 超高速演算を可能にする先進テクノロジー。

## モデルラインアップ

お客さまの用途やニーズに応じて選べる3モデルを用意。新しく追加したモデルXN1は、POWER7+™を搭載し、プロセッサ・クロックレート4.1GHz、ノード単体性能1,049.6GFLOPS、中規模のクラスタシステムに適した設置環境を選ばない空冷モデルです。モデルVM1は、POWER7®を搭載し、プロセッサ・クロックレート4.0GHz、ノード単体性能8,192GFLOPS、大規模共有メモリーや単体ノード性能を追求した空冷方式のハイエンドモデルです。さらに、モデルM1はPOWER7®を搭載し、プロセッサ・クロックレート3.83GHz、ノード単体性能980.48GFLOPS、大規模マルチノードシステムにより最高性能を志向した水冷方式のハイエンドモデルです。

## 高速化技術

### 高性能CPU

銅配線技術やSOI技術による先進の32nmCMOSテクノロジーによって実現したPOWER7+™は、4.1GHzの高速クロックレートで動作し、チップあたり8コアにより、卓越した性能を発揮。①アウト・オブ・オーダー実行、②大容量オン・チップL3キャッシュの搭載、③高メモリスループット、④高性能プロセッサ間結合インタフェース、⑤高速I/Oインタフェースなどの特長を備えた、SR16000シリーズの高速演算性能のキーファクターです。

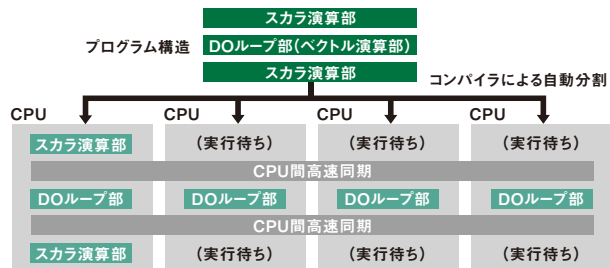
### 大容量L3キャッシュ

モデルXN1では、1ノードあたり320MBの大容量オン・チップL3キャッシュを搭載。従来、オフ・チップであったL3キャッシュをオン・チップに搭載することで、レイテンシを大幅に短縮し、実効性能を向上させています。

### 協調型マイクロプロセッサ機構

ノードを構成する複数のCPUを一斉に、しかも高速に同期させる「協調型マイクロプロセッサ機構」を採用しています。ハードウェアによるCPU間高速同期機構により、DOループ部演算の高速開始・終了が可能です。本機構により、ベクトルプロセッサと同等の要素並列処理と効率の良い並列処理が実行できます。

#### ■協調型マイクロプロセッサの概念図



### メモリー先読み機構とソフトウェアパイプライン

「ハードウェアによるメモリー先読み」は、ハードウェアが自動的にメモリーデータアクセスのパターンを検出し、メモリー先読みデータをキャッシュに取り込む機能で、コンパイラが解析できないようなプログラム部などの高速化に有効です。自動並列化コンパイラは、ハードウェアによるメモリー先読みと、ソフトウェアによるメモリー先読みを使いこなし、また、ソフトウェアパイプライン技術により演算器をパイプライン的に動かすことによって高速処理を実現します。

## 高速ノード間ネットワーク

多数のノード間を相互に接続するネットワークは、並列処理のキーテクノロジーの1つです。SR16000 モデルXN1では、InfiniBandを用いたFat Tree構造のネットワーク、そしてモデルM1では、専用ノード間ネットワークによる完全結合の高速ネットワークを採用しました。また、モデルM1では、各ノードに専用のノード間ネットワーク制御LSIを実装し、各ノード間を低レイテンシで強固に結合。ノード間転送性能は、ノードあたり最大96GB/秒(単方向)\*と高速です。

\*モデルM1の値。モデルXN1では最大16GB/秒。

## 高信頼性

多彩な高信頼化・高可用性機能により、高速処理の安定化を図っています。

### メモリー複数ビット・エラー訂正

1つのチップで発生した複数ビット・エラーを訂正します。

### キャッシュECCチェック

L2、L3キャッシュはECCにより保護されており、1ビットエラーを訂正します。

### 保守センターへの自動通報

ハードウェア障害発生時や訂正可能障害がしきい値に達した際、保守センターに自動通報します。

### 稼働時保守機能

システムの運用を止めることなくノード群単位の交換が可能です。

### PCIアダプタホットスワップ機能

運用と並行して拡張I/OのPCIアダプタ交換が可能です。

### 動的プロセッサ切り離し機能

障害の発生したプロセッサを自動的に切り離し、その他のプロセッサで処理を継続する機能です。

### 命令リトライ・リカバリ機能

プロセッサ内部の状態を常時保持することで、プロセッサ内部の障害発生時にも回復を試み処理を継続する機能です。

## 世界最高クラスの実装技術

モデルM1では、最新の高密度実装技術により、設置面積あたり前モデル比約7倍\*の演算処理性能を実現しました。61mm×92mmのガラスセラミックモジュールに、1ノードを構成する4プロセッサを高密度に搭載。このモジュール8個と各ノードのメモリー、ノード間ネットワーク制御LSIを高密度配線基板に実装しました。これにより、高さ2U、874mm×1,372mmの小さな体積に、最大理論演算性能980.48GFLOPS、最大容量256GBのメモリーを持つノードを8ノード収めています。1ラックあたりの最大理論演算性能においても、94.1TFLOPSと世界最高クラスで、より小さな設置面積に最大502TFLOPSの超高速・大規模計算マシンを導入できます。

\*2008年4月発表のSR16000 モデルL2とSR16000 モデルM1との比較。  
1U:44.45mm

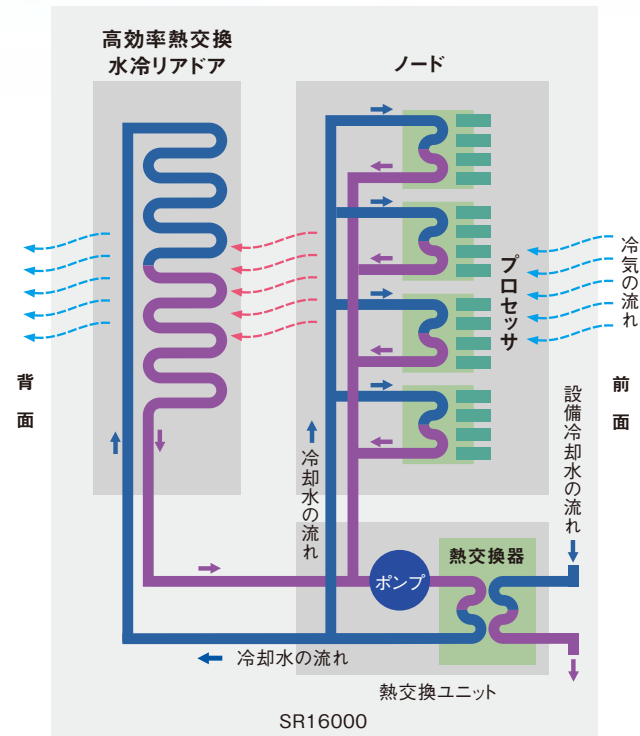
## 環境への配慮

### 100%排熱を実現した水冷技術

モデルM1では、プロセッサの発熱を冷却水により効率的に冷却します。この冷却水は、ラック内に装備される冗長熱交換ユニットにおいて、設備冷却水と熱交換を行い、排熱されます。さらに排気熱の一部は高効率熱交換水冷リアドア\*によって吸収されます。これらの水冷技術により、総発熱量の100%を排熱します。

\*モデルXN1では「高効率熱交換水冷リアドア」のみオプション提供可能。

#### ■モデルM1の冷却方式



### 優れた電力性能比

最新のPOWER7+™プロセッサおよび、電力効率化技術により、前モデル比約1.7倍\*の電力性能比を実現しています。

\*電力性能比は理論演算性能を最大消費電力で除した値。  
2010年7月発表のSR16000 モデルXM1とSR16000 モデルXN1との比較。

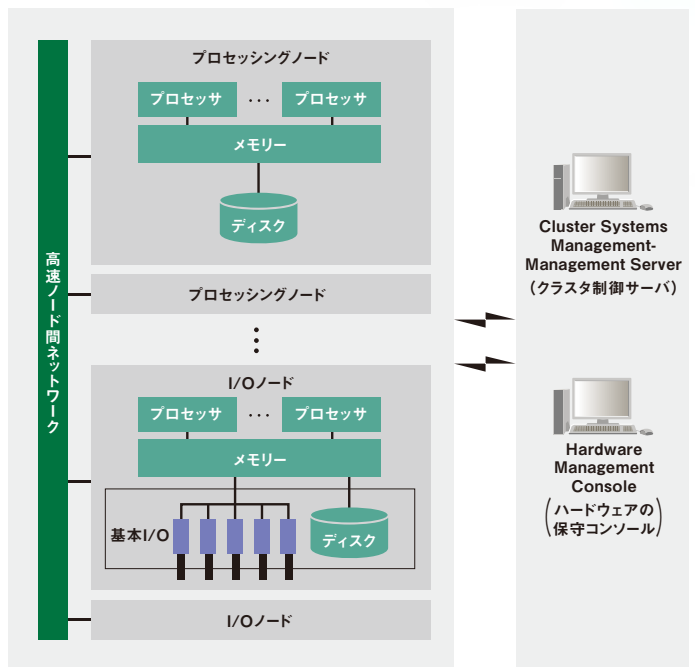
### 省電力サポート

サーバの消費電力をプロセッサの稼働状況に応じて制御する「電力制御機構」や消費電力のモニタリング機能などをあわせて活用することで、省電力なシステム運用をサポートします。

## 柔軟なシステム構成

中規模のクラスタシステムに適したモデルXN1は、I/Oノードとして、POWER®プロセッサを搭載したエンタープライズサーバEP8000モデル740を採用。PCI Expressスロットを標準で5個装備しており、このI/Oノードからストレージや外部ネットワークに接続します。また、各ノードは高速ノード間ネットワークで接続されており、優れたスケーラビリティを実現します。1ノードから512ノード構成まで512倍の幅広い性能レンジを有し、計算規模に応じて適切なシステム構成を選択できます。

#### ■モデルXN1のシステム構成





# SR16000の比類なき実力を 最大限に引き出す豊富なソフトウェア。

## 基本制御

オペレーティングシステムとしてAIXを搭載し、業界標準に対応したオープンな環境と高い信頼性を提供。クラスタソフトウェアはユーザーやリソースを一元管理し、シングルシステムイメージの運用を実現しています。

### AIX

64ビットアドレッシングにより、100TB(テラバイト)のファイルや二百数十Gバイトのメモリーを利用した大規模演算処理を高速に実行できます。

### Hitachi Cluster System Integrated Software for AIX

ユーザーやグループおよび課金番号ごとの予算値の設定と実算値の集計を行え、ユーザーごとのシステムの利用を管理できます。

### Hitachi Cluster Shared Extended Storage for AIX

各ノード内の主記憶装置を拡張記憶領域として利用できる拡張記憶機能を提供。これにより、ジョブ間で高速なデータ渡しが可能となります。

### Hitachi Striping File System for AIX

クラスタシステム内の各ノードに接続された複数ディスクにファイルを分散配置し、ファイルストライピングによるファイル入出力処理の並列実行が可能。また、複数ノードからのファイル共用も可能となります。

### LoadLeveler

ジョブを効率的に実行するためにジョブを負荷の低いノードに動的に割り当てる動的負荷分散機能や、バッチジョブの夜間実行など、ジョブの実行時刻・実行方法の指定といった各種ジョブ実行機能を提供します。これらにより、ハードウェアの資源の有効利用を図れます。また、ジョブの起動やキャンセル、状態表示や課金情報などジョブ実行管理機能も提供します。

## コンパイラ(言語)

ANSI規格やOpenMP仕様など各種業界標準に準拠したCコンパイラ／C++コンパイラ、また、Fortran77/90/95規格に準拠したFortranコンパイラなど高度に最適化が可能な各種コンパイラを提供します。

### 最適化FORTRAN90

アプリケーション作成のための開発/実行環境として、DOループに対する高度な解析による自動並列化機能やコンパイル時の最適化コーディングを支援するための診断メッセージ出力などのチューニング支援機能などを提供します。

### IBM XL C/C++ for AIX

AIX上で稼働する高度に最適化されたコンパイラ。業界標準ベースのプロフェッショナル向けプログラミングツールであるこのコンパイラにより、CおよびC++プログラム言語で書かれた大規模なアプリケーション開発が可能となります。また、Open MP API V3.1をサポートしています。

## 開発支援

C、C++、Fortranの並列プログラムの容易で効率的な開発および実行環境を提供します。

### IBM Parallel Environment

並列プログラミングのタスク間通信のためのメッセージパッシングライブラリMPI、並列デバッグ、並列アプリケーションの分析ツールを提供します。これらにより、効率的な並列プログラムの開発が可能となります。

## 技術計算ライブラリ

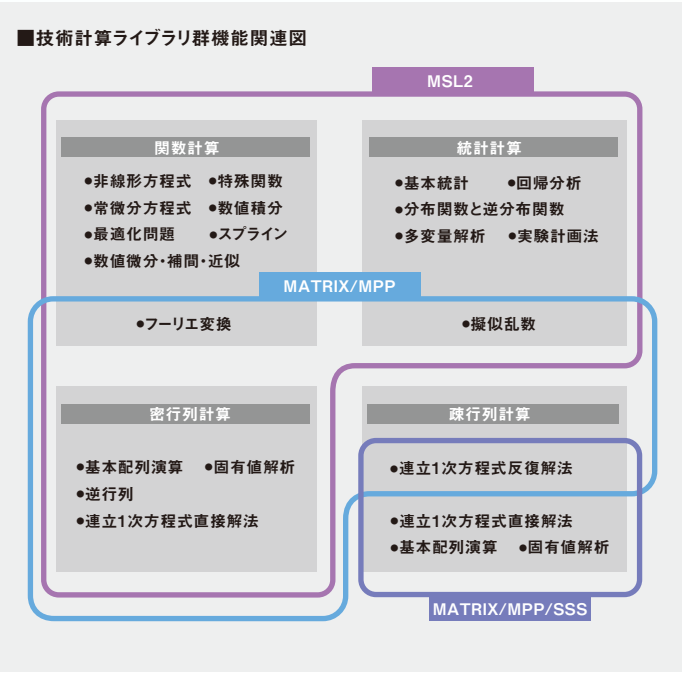
幅広い分野で高い処理性能を実現した科学技術計算用アプリケーションに対応した汎用ライブラリを提供します。

### MATRIX/MPP

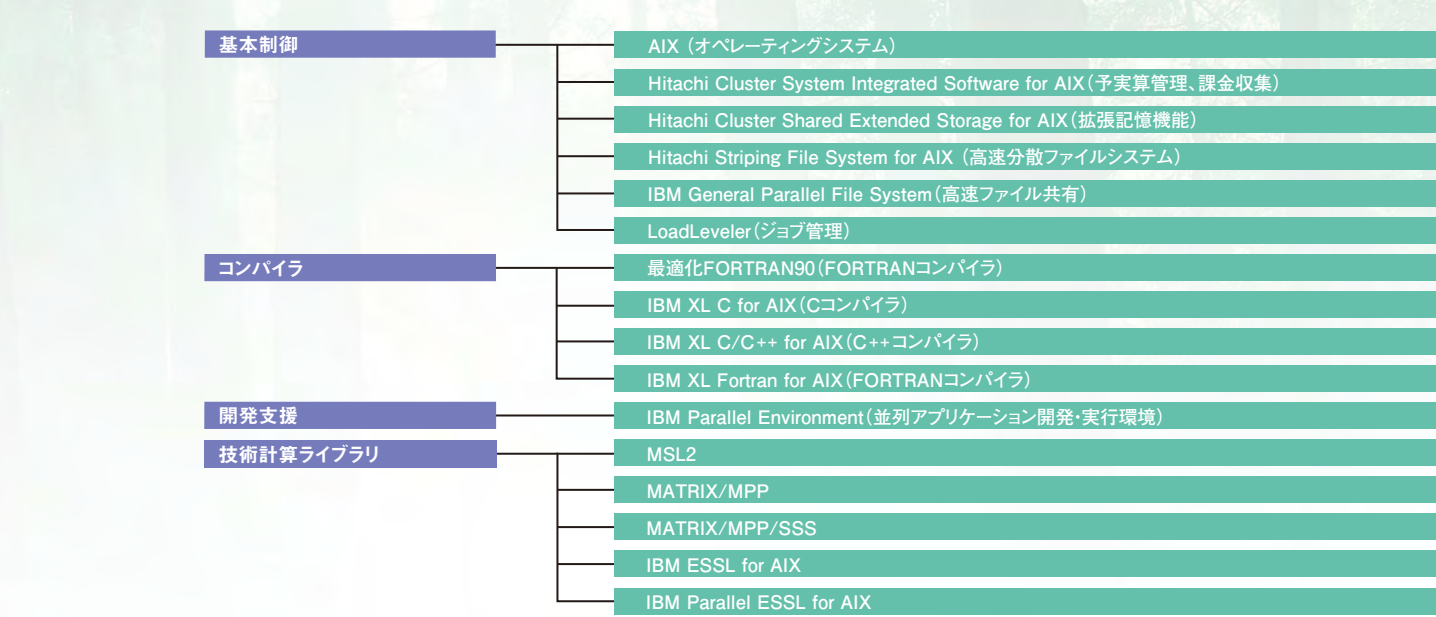
行列積、連立1次方程式直接解法、固有値解析などの行列計算や実数、複素数データの高速フーリエ変換を扱うことができる行列計算副プログラムライブラリです。

### MATRIX/MPP/SSS

構造解析分野の数値シミュレーションで扱う大次元疎行列に対する連立1次方程式解法などの行列計算副プログラムライブラリとして、スカイライン法、スパースソルバなどに対応したライブラリを提供します。



## ソフトウェア体系



## 豊富なサービスメニュー

長年科学技術分野に取り組んできた日立の技術を結集し、システム導入・構築・チューニングなど、下表に示す広範なサービスメニューを揃えています。

サービスメニューの名称	内 容
科学技術計算システムプロトタイプ評価サービス	システム導入に先立ち、実際にお客さまの業務プログラムを使って、対象となるシステム性能を事前に評価します。
科学技術計算システム導入サービス(導入計画／設計)	システム導入時のスケジュール・構成の検討、および対象となるプログラムプロダクトの導入設計を実施いたします。
科学技術計算システム導入サービス(ハードウェア)	ハードウェアの導入に伴う、搬入・据付け・接続の確認を行います。
科学技術計算システム導入サービス(環境設定作業)	PP組み込み、システム定義情報の設定など、各環境設定およびシステム動作確認を行います。
科学技術計算専門コンサルティングサービス	ハイパフォーマンスコンピュータ、科学技術計算サーバまたはグリッドコンピューティングシステムを利用したお客さまの各種アプリケーションシステムの構築・運用に関するコンサルティングをいたします。
科学技術計算システム研修サービス	ハイパフォーマンスコンピュータをはじめとする科学技術計算サーバの利用技術、基本的なプログラミング、数値計算技法の解説をいたします。
科学技術計算プログラム並列化／ベクトル化チューニングサービス	お客さまのニーズに合わせて、現行システムで稼働しているプログラムをハイパフォーマンスコンピュータ、科学技術計算サーバまたはグリッドコンピューティングシステムへ移植し、かつ並列化・ベクトル化・グリッド化によりプログラムの高速化を図ります。
科学技術計算システム安定稼働サービス(基本サービス、オプションサービス)	お客さまシステムの障害発生時の問題解決支援やシステム修正変更／メンテナンス、稼働管理支援、運用管理支援などを実施いたします。